

01P24499



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 43 905 A 1

51 Int. Cl. 7:  
G 01 R 33/422

21 Aktenzeichen: 198 43 905.9  
22 Anmeldetag: 24. 9. 1998  
43 Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 198 43 905 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Eberler, Ludwig, Dipl.-Ing., 92353 Postbauer-Heng,  
DE; Nistler, Jürgen, Dipl.-Ing., 91054 Erlangen, DE

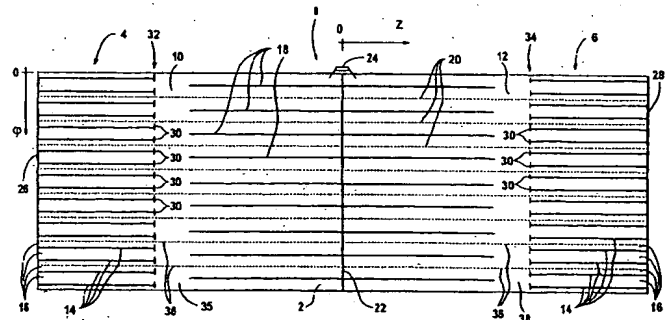
56 Entgegenhaltungen:  
US 56 80 046 A  
US 55 74 372 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hochfrequenzschirm für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät

57 Ein Hochfrequenzschirm für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät umfaßt einen hohlzylindrischen Träger (54) aus einem Dielektrikum, eine auf einer Innenseite des Trägers (54) angeordnete erste, elektrisch leitfähige und mit axial ausgerichteten Trennschlitz (14, 18) versehene erste Beschichtung (2) und eine auf einer Außenseite des Trägers (54) angeordnete zweite, elektrisch leitfähige und mit axial ausgerichteten Trennschlitz (36) versehene zweite Beschichtung (56). Die Trennschlitz (14, 18, 36) in der ersten und zweiten Beschichtung (2, 56) sind zueinander in einer Umfangsrichtung versetzt angeordnet. Die erste Beschichtung (2) weist an den Enden (26, 28) des Trägers (54) geschlitzte Endbereiche (4, 6) und zwischen den Endbereichen (4, 6) mindestens einen geschlitzten Mittelbereich (8) auf. Die in den Endbereichen (4, 6) eingebrachten Trennschlitz (14) enden jeweils in einen Querschlitz (30).



DE 198 43 905 A 1

Die Erfindung betrifft einen Hochfrequenzschirm für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät mit einem hohlzylindrischen Träger aus einem Dielektrikum, mit einer auf einer Innenseite des Trägers angeordneten ersten, elektrisch leitfähigen und mit axial ausgerichteten Trennschlitzen versehenen Beschichtung und mit einer auf einer Außenseite des Trägers angeordneten zweiten, elektrisch leitfähigen und mit axial ausgerichteten Trennschlitzen versehenen Beschichtung, wobei die Trennschlitze in der ersten und der zweiten Beschichtung zueinander in einer Umfangsrichtung versetzt angeordnet sind und wobei die erste Beschichtung an den Enden des Tragkörpers geschlitzte Endbereiche und zwischen den Endbereichen mindestens einen geschlitzten Mittelbereich aufweist.

Ein Hochfrequenzschirm der eingangs genannten Art ist aus der US-PS 5,574,372 bekannt. Der Hochfrequenzschirm wird zwischen einem Gradientenspulensystem und einer Ganzkörper-Hochfrequenzantenne angeordnet. Er hat die Aufgabe, das Hochfrequenzfeld der Ganzkörper-Hochfrequenzantenne nach außen hin abzuschirmen und Störungen, die von außen kommen, aus dem Abbildungsbereich des Magnetresonanzgeräts fernzuhalten. Eine vollkommen geschlossene leitfähige Umhüllung wäre zwar für die Hochfrequenzabschirmwirkung optimal, verbietet sich jedoch, weil der Hochfrequenzschirm für die niederfrequenten Gradientenfelder in der Größenordnung bis zu 20 kHz durchlässig sein muß. Damit die niederfrequenten Gradientenfelder möglichst unverzerrt im Abbildungsvolumen aufgebaut werden können, ist es erforderlich, von den Feldern induzierte Wirbelströme im Hochfrequenzschirm möglichst zu unterdrücken. Dazu wird die als Hochfrequenzschirm wirkende leitfähige Schicht in Längsrichtung, also einer in Hauptrichtung der von der Antenne im Hochfrequenzschirm erzeugten Spiegelströme, geschlitzt. Die sich durch die Schlitze ergebenden Leckstellen im Hochfrequenzschirm werden durch eine zweite leitfähige Schicht abgeschirmt, bei der die Trennschlitze in Umfangsrichtung versetzt angeordnet sind. Die beiden Schichten sind auf gegenüberliegenden Seiten eines rohrförmigen Trägers aus einem dielektrischen Material aufgebracht. Hochfrequenzströme können wegen der kapazitiven Kopplung über die Schlitze fließen. Da sich die Gradientenspulen in axialer Richtung über die äußeren Abmessungen der Ganzkörperantenne hinaus erstrecken, sind auch die Längsabmessungen des Hochfrequenzschirms im wesentlichen denen der Gradientenspulen angepaßt. Das Design der Trennschlitze ist im wesentlichen davon unabhängig, ob eine linear oder eine zirkular polarisierende Ganzkörperantenne abgeschirmt werden soll. Nachteilig ist jedoch, daß im Hochfrequenzschirm insbesondere bei schneller Bildgebung oder bei hohen Gradientenfeldstärken lokale Erwärmungen auftreten können.

Eine andere Möglichkeit, wie das Design des Hochfrequenzschirms ausgeführt werden kann, ist in der US-PS 5,680,046 gezeigt. Dort sind O-förmige Strukturen doppelseitig auf einem Träger aufgebracht, um die hochfrequenten Spiegelstrompfade möglichst genau nachzubilden. Damit ergibt sich eine gute Hochfrequenzabschirmung bei einer gleichzeitigen guten Unterdrückung der Wirbelströme. Allerdings ist nachteilig, daß die Abschirmwirkung nur für eine bestimmte Hochfrequenzantenne wirksam ist. So muß das Schirmdesign anders ausgeführt werden, wenn anstatt einer linear oder zirkular polarisierenden Antenne abgeschirmt werden soll.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Hochfrequenzschirm für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät anzugeben, wobei die Abschirmwirkung weitge-

hend unabhängig davon ist, ob eine linear oder zirkular polarisierende Ganzkörperantenne abgeschirmt werden soll, und wobei lokale Erwärmungen aufgrund von erhöhten Wirbelstromdichten im Hochfrequenzschirm weitgehend reduziert sind.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die in den Endbereichen eingebrachten Trennschlitze jeweils in einem Querschnitt enden. Die sich im wesentlichen nur in axialer Richtung erstreckenden Trennschlitze und die kapazitive Kopplung der durch die Trennschlitze separierten Streifenleiter zueinander bewirken, daß die Abschirmwirkung unabhängig von der Art der eingesetzten Hochfrequenzantenne gleichbleibend gut ist. Durch die Querschlitzung können in Umfangsrichtung fließende Wirbelströme nicht mehr so weit in die randseitigen Streifenleiter eindringen. Das Strömungsfeld wird gleichmäßiger. Lokale Erhöhungen der Wirbelstromdichte am Ende der äußeren Längsschlitzung und damit lokale Erwärmungen werden stark reduziert.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die innere Beschichtung in der Mitte einen in Umfangsrichtung verlaufenden durchgehenden Trennschlitz auf, der mit einem Widerstand überbrückt ist. Durch die Unterbrechung in der Schirmmitte können keine Wirbelströme fließen, die von einem in axialer Richtung ansteigenden Gradienten (z-Gradient) induziert werden. Die Unterbrechung stellt für die Hochfrequenzströme keinen Widerstand dar, da die beiden Schirmhälften über eine kapazitive Kopplung mit der Schirmstruktur auf der Außenseite verbunden sind. Statische Aufladungen der beiden Schirmhälften, die zu Teilentladungen (Spikes) führen könnten, werden durch den Widerstand abgebaut.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist in den Endbereichen ein Abstand der Trennschlitze in Umfangsrichtung zueinander geringer als ein entsprechender Abstand der Trennschlitze im Mittelbereich. Damit werden – allerdings auf Kosten der kapazitiven Kopplung zwischen benachbarten Streifenleitern – die von den Gradientenfeldern induzierten Wirbelströme in diesem Bereich reduziert. Da in den Endbereichen des Hochfrequenzschirms jedoch die von der Hochfrequenzantenne induzierten Spiegelströme wegen des größeren Abstands zur Antenne wesentlich niedriger sind als im Mittelbereich, kann die kapazitive Kopplung zwischen benachbarten Streifenleitern auch verringert werden, um in diesem Bereich die Wirbelströme weiter zu reduzieren.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand von 4 Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in einer Draufsicht eine Abwicklung der Innenseite eines Hochfrequenzschirms für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät,

Fig. 2 in einer Draufsicht eine Abwicklung eines Ausschnitts eines geschlitzten Endbereichs ohne Querschlitz,

Fig. 3 in einer Draufsicht eine Abwicklung eines Endbereichs mit Querschlitz und

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Anordnung einer Hochfrequenzantenne, eines Hochfrequenzschirms und einer Gradientenspule für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät.

Fig. 1 zeigt einen Abschnitt einer ersten strukturierten leitfähigen Beschichtung 2, die auf einer Innenseite eines hohlzylindrischen, dielektrischen Trägers angeordnet ist. Die axiale Richtung des Trägers ist durch eine Koordinate  $z$  und eine Umfangsrichtung durch eine Koordinate  $\phi$  gekennzeichnet. Die Beschichtung 2 ist bezüglich einer Ebene, die senkrecht zur  $z$ -Achse und durch ihren Nullpunkt verläuft, symmetrisch ausgebildet. In Umfangsrichtung  $\phi$  wiederholt sich die Struktur.

Die erste Beschichtung 2 ist im wesentlichen nur in

axialer Richtung geschlitzt, wobei drei Bereiche gebildet sind: Geschlitzte Endbereiche 4 und 6 sowie ein geschlitzter Mittelbereich 8. Die Endbereiche 4 und 6 sind vom Mittelbereich 8 durch einen in Umfangsrichtung  $\phi$  verlaufenden ringförmigen Streifenleiter 10 und 12 getrennt. Die Streifenleiter 10, 12 weisen zur Vermeidung von ringförmigen Wirbelströmen eine kapazitiv überbrückte Unterbrechung auf (hier nicht dargestellt).

In den Endbereichen 4, 6 sind axial, d. h. parallel zur z-Achse, ausgerichtete Trennschlitze 14 eingebracht, so daß im Bereich der Trennschlitze 14 voneinander isolierte Streifenleiter 16 gebildet sind.

In den Mittelbereich 8 sind ebenfalls axial ausgerichtete Trennschlitze 18 eingebracht, so daß im Bereich der Trennschlitze 18 isolierte Streifenleiter 20 gebildet sind. Der Abstand der Trennschlitze 14 in Umfangsrichtung ist halb so groß wie der entsprechende Abstand der Trennschlitze 18.

In der Symmetrieebene ist auf der Beschichtung 2 in Umfangsrichtung ein durchgehender Querschlitze 22 eingebracht. Der Querschlitze 22 ist an einer Stelle durch einen hochohmigen Widerstand 24 im Bereich von 100 k $\Omega$  überbrückt, um statische Aufladungen zu verhindern.

Die Streifenleiter 16 erstrecken sich von den Enden 26, 28 des Trägers zur Mitte hin und enden jeweils in kurzen Querschlitzen 30, die jeweils entlang einer Umfangslinie 32 und 34 ausgerichtet sind. Die Querschlitze 30 sind untereinander nicht verbunden.

Die axiale Ausdehnung der Trennschlitze 18 einschließlich der ringförmigen Streifenleiter 10 und 12 ist durch die axialen Außenabmessungen der Hochfrequenzantenne bestimmt. In den geschlitzten Endbereichen 4 und 6 befinden sich keine Leiterstrukturen der Hochfrequenzantenne, sondern nur noch Leiter der Gradientenspulen.

Gestrichelt ist in Fig. 1 noch eine Struktur einer auf der Außenseite des Trägers angeordneten zweiten elektrisch leitfähigen Beschichtung 35 dargestellt. Die Beschichtung 35 weist nur axial ausgerichtete Trennschlitze 36 auf, die in der Symmetrieebene unterbrochen sind, so daß die im Bereich der Trennschlitze 36 isolierten Streifenleiter 38 dort untereinander galvanisch verbunden sind. Damit werden Aufladungen der Streifenleiter 38 untereinander vermieden.

Anhand der Fig. 2 und 3 soll die Wirkung der kurzen Querschlitze 30 auf die Wirbelstrompfade erläutert werden. In Fig. 2 ist ein Wirbelstrompfad 40 dargestellt, der sich einstellen würde, wenn die kurzen Querschlitze 30 fehlten. Der Wirbelstrompfad 40 dehnt sich beträchtlich in axialer Richtung in die Streifenleiter 16 hinein aus. Damit entstehen an den Enden der Trennschlitze 14 wegen der Einschürnungen hohe Stromdichten, die zu einer entsprechenden Erwärmung führen. Bei einem größeren Abstand der Trennschlitze 14 in Umfangsrichtung dringen die Wirbelströme noch weiter in die Streifenleiter 16 ein.

Fig. 3 zeigt mit einem eingezeichneten Wirbelstrompfad 42, wie durch die kurzen Querschlitze 30 an den Enden der Trennschlitze 14 die Wirbelströme gehindert werden, in axialer Richtung in die Streifenleiter 16 einzudringen. Damit werden auch lokale Stromdichteerhöhungen und damit lokale Erhitzungen in den Endbereichen der Trennschlitze 14 verhindert. Die homogenisierende Wirkung auf den Wirbelstromverlauf wird noch durch den geringeren Abstand der Trennschlitze 14 in Umfangsrichtung  $\phi$  verstärkt.

Fig. 4 zeigt im Querschnitt Funktionseinheiten eines diagnostischen Magnetresonanzgeräts, die die Struktur des Hochfrequenzschirms bestimmen. Das Magnetresonanzgerät ist hier als Ganzkörpergerät mit einem ringförmigen Kryostaten ausgestaltet, worin sich supraleitende Spulen zur Erzeugung eines homogenen Grundmagnetfelds befinden. Die einzelnen Funktionseinheiten sind wie Schalen einer Zwie-

bel im Innenraum des Kryostaten angeordnet, wobei also äußere Schale ein Gradientenspulensystem 50 angeordnet ist, das als hohlzylindrische Baueinheit in das hier nicht dargestellte Grundfeld-Magnetsystem eingebaut wird. Innerhalb des Gradientenspulensystems 50 ist der schon anhand von Fig. 1 bis 3 erläuterte Hochfrequenzschirm 52 angeordnet, der zur Wärmeabfuhr an der Innenseite des Gradientenspulensystems 50 miteinlaminiert ist. Damit ist eine gute leitfähige Verbindung des Hochfrequenzschirms 52 mit dem schon gekühlten Gradientenspulensystem 50 geschaffen. Der Hochfrequenzschirm 52 besteht aus einem kreisförmigen hohlzylindrischen Träger 54, worauf auf der Innenseite die Beschichtung 2 und auf der Außenseite die Beschichtung 35 angeordnet ist. Als Träger 54 wird ein standmäßiges Dielektrikum verwendet, wie es z. B. unter der Typenbezeichnung FR4 erhältlich ist. Die Dicke des Dielektrikums beträgt z. B. 75  $\mu$ m.

Die Beschichtungen 2, 35 sind als Kupferschicht mit einer Dicke, die ungefähr der dreifachen Eindringtiefe des Hochfrequenzstroms entspricht, auf dem Träger 54 aufgebracht. Die Trennschlitze können mittels eines aus der Leiterplattenfertigung bekannten Ätzverfahrens in die Beschichtungen 2, 35 eingebracht werden.

Schließlich ist als innerste Schale eine Hochfrequenzantennenanordnung 58 vorhanden, die als hohlzylindrische Baueinheit mit einem Abstand 60 von dem Hochfrequenzschirm 52 angeordnet ist. Alle Baueinheiten 50, 52, 58 sind coaxial bezüglich einer Symmetrieachse 62 im Grundfeld-Magnetsystem angeordnet. Die Symmetrieachse 62 definiert auch die Lage der z-Koordinate. Die Umfangskoordinate  $\phi$  ist ebenfalls eingezeichnet.

#### Patentansprüche

1. Hochfrequenzschirm (52) für ein diagnostisches Magnetresonanzgerät mit einem hohlzylindrischen Träger (54) aus einem Dielektrikum, mit einer auf einer Innenseite des Trägers (54) angeordneten ersten, elektrisch leitfähigen und mit axial ausgerichteten Trennschlitzen (14, 18) versehenen ersten Beschichtung (2) und mit einer auf einer Außenseite des Trägers (54) angeordneten zweiten, elektrisch leitfähigen und mit axial ausgerichteten Trennschlitzen (36) versehenen zweiten Beschichtung (35), wobei die Trennschlitze (14, 18, 36) in der ersten und zweiten Beschichtung (2, 35) zueinander in einer Umfangsrichtung versetzt angeordnet sind und wobei die erste Beschichtung (2) an den Enden (26, 28) des Trägers (54) geschlitzte Endbereiche (4, 6) und zwischen den Endbereichen (4, 6) mindestens einen geschlitzten Mittelbereich (8) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Endbereichen (46) angeordneten Trennschlitze (14) jeweils in einen Querschlitze (30) enden.
2. Hochfrequenzschirm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (54) einen kreisringförmigen Querschnitt besitzt.
3. Hochfrequenzschirm nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Beschichtung (2) in der Mitte einen in Umfangsrichtung verlaufenden, durchgehenden Querschlitze (22) aufweist, der mit einem Widerstand (24) überbrückt ist.
4. Hochfrequenzschirm nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Endbereichen (4, 6) ein Abstand der Trennschlitze (14) in Umfangsrichtung zueinander geringer ist als ein entsprechender Abstand der Trennschlitze (18) im Mittelbe-

reich (8).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

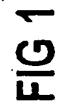
45

50

55

60

65



- Leerseite -

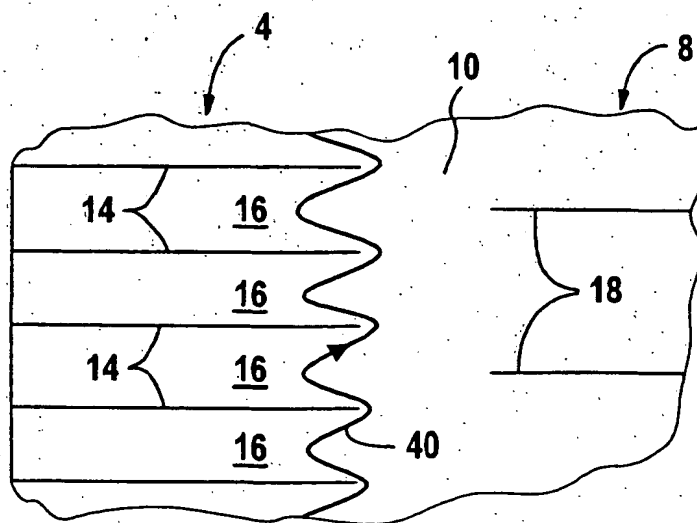


FIG 2

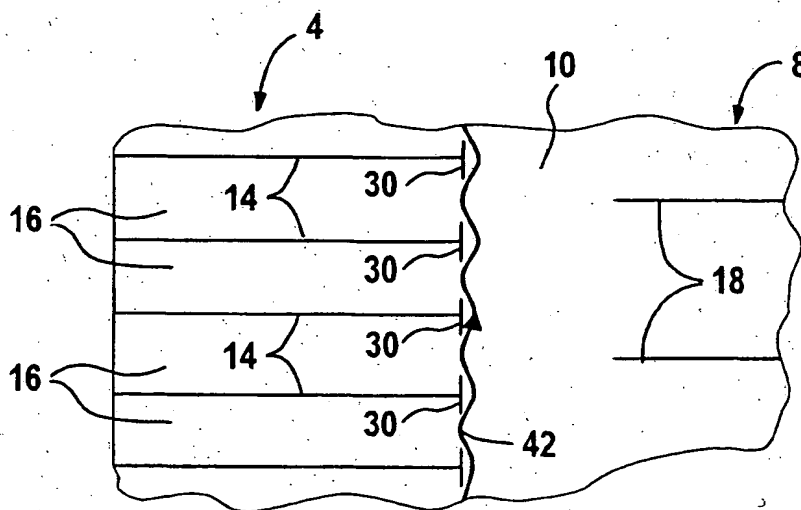


FIG 3

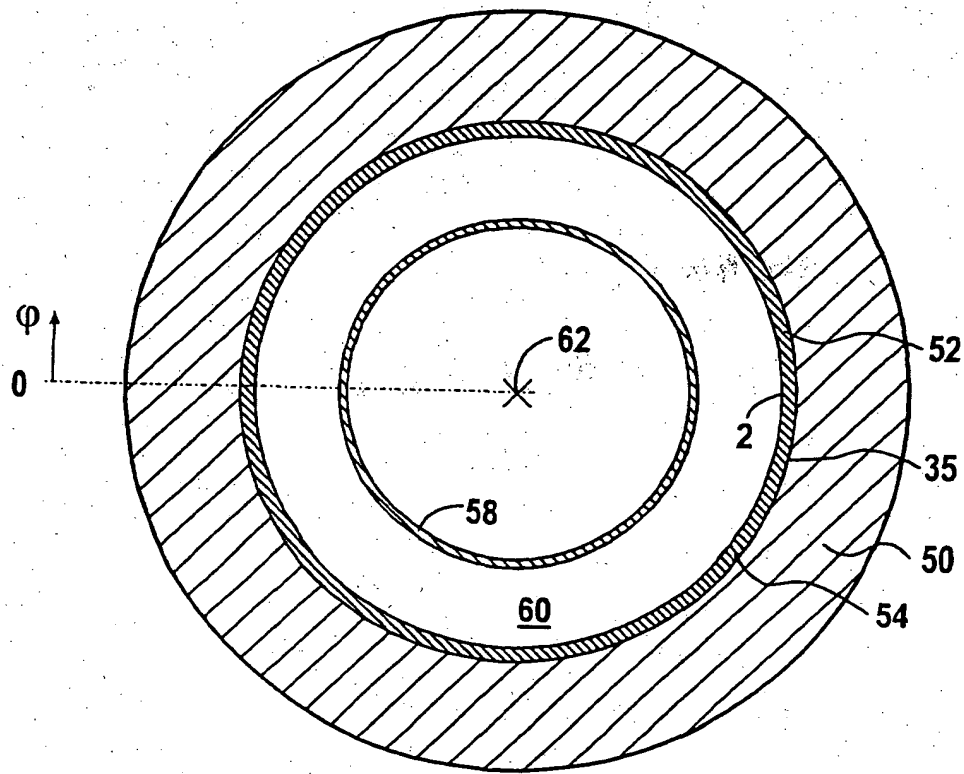
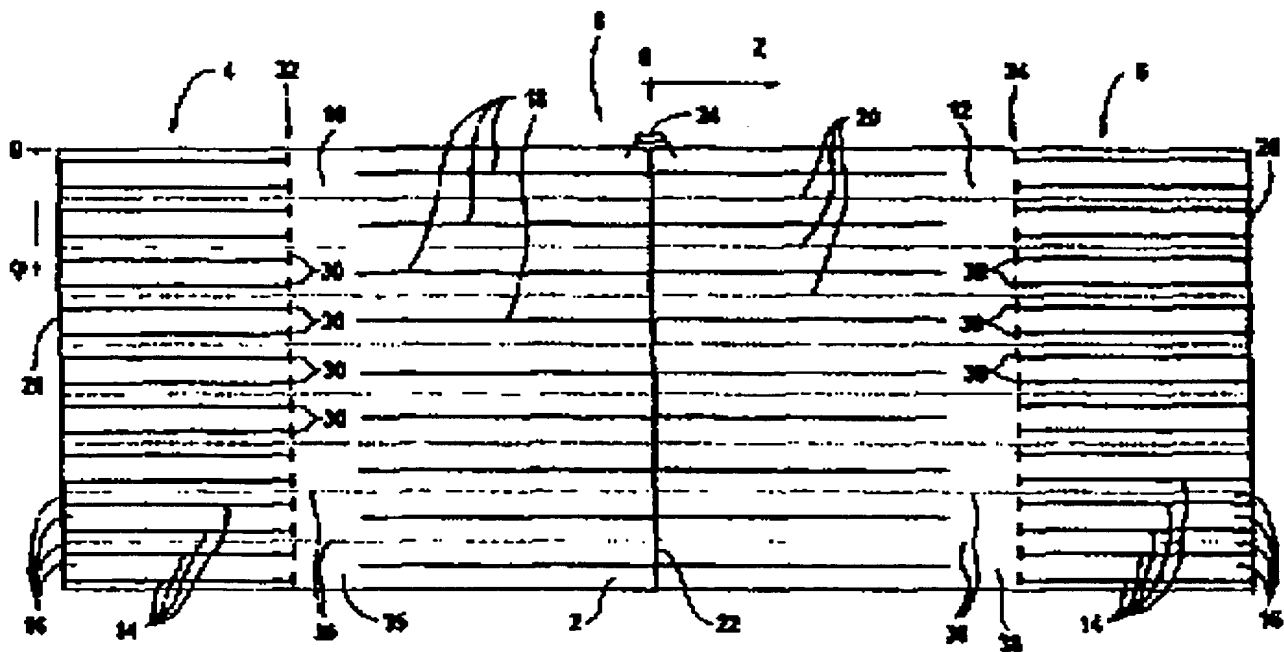


FIG 4



AN: PAT 2000-272510  
TI: HF screen for diagnostic magnetic resonance imaging device  
uses hollow cylindrical carrier of dielectric material provided  
with conductive coatings on its inside and outside surfaces  
PN: DE19843905-A1  
PD: 06.04.2000  
AB: The HF screen has a hollow cylindrical carrier of a  
dielectric material, provided on its inside with an  
electrically conductive coating (2), having axial separation  
slits (14,18). On the outside of the carrier, a second  
conductive coating is provided having axial separation slits  
which are offset in the peripheral direction from the axial  
separation slits of the interior coating. The interior coating  
is divided into a centre region and two end regions, with the  
axial separation slits for the end regions each ending in a  
transverse slit (30), separating it from the centre region.;  
Provides effective HF screening independent of type of HF  
antenna used. Reduces local temperature rise.  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: EBERLER L; NISTLER J;  
FA: DE19843905-A1 06.04.2000; US6232548-B1 15.05.2001;  
DE19843905-C2 21.09.2000;  
CO: DE; US;  
IC: G01R-033/422; H01B-007/34; H05K-009/00;  
MC: S01-E02A; S01-E02A2; S01-G08B5; S01-J02; S03-E07A;  
S05-D02B1; V04-U; W02-H;  
DC: S01; S03; S05; V04; W02;  
FN: 2000272510.gif  
PR: DE1043905 24.09.1998;  
FP: 06.04.2000  
UP: 30.05.2001



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**